Über die Verwerthung anatomischer Merkmale zur Erkennung hybrider Pflanzen.

Von Dr. **Richard R. v. Wettstein.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. November 1887.)

Eine jener Fragen, die in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der meisten Botaniker auf sich gelenkt haben, ist die nach der Zurückführbarkeit der morphologischen Charaktere der Pflanzen auf anatomische Unterschiede. Zwei Momente waren es hiebei, die unabhängig von einander mit zwingender Nothwendigkeit nicht nur die Stellung dieser Frage nahe legten, sondern auch deren Lösung forderten. Einerseits brachte nämlich die Erkenntniss, dass die Function eines Pflanzenorganes in innigem Zusammenhange steht mit dem anatomischen Baue, die Vermuthung nahe, dass ein ähnlicher Zusammenhang desselben mit der morphologischen Ausbildung bestehen müsse, die ja gleichfalls von jener bedingt ist. Anderseits führte die immer grössere Beachtung der feinsten morphologischen Merkmale bei der Unterscheidung der Formen allmälig von selbst zur anatomischen Methode. Seitdem Radlkofer[1] zuerst in klarer Form die Forderung der Verwerthung der Anatomie für die Systematik stellte, wurden durch eine grosse Anzahl diesbezüglicher Untersuchungen[2] werthvolle Materialien gesammelt, die zwar heute noch keinen Überblick ermöglichen, aber doch soweit Resultate ergeben, dass wir aus ihnen allgemeine Gesichtspunkte ableiten können. So tritt immer mehr die Thatsache hervor, auf welche eigentlich schon eine richtige Abwägung aller in Betracht

---

[1] Radlkofer L., Über die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode. Festrede, gehalten in der k. Akademie der Wissenschaften. München, 1883.

[2] Vergl. hierüber insbesondere Wigand A. Botan. Hefte, I. S. 121 ff. u. S. 225 ff.

kommenden Umstände führt, dass sowohl für die Unterscheidung, als wie für die Anordnung grösserer Gruppen des Pflanzenreiches, speciell der Gattungen und Ordnungen der anatomische Bau niemals massgebend sein kann, da eine ähnliche anatomische Zusammensetzung bei weit entfernten Formen sich ausbilden kann und auch thatsächlich findet. Dagegen wird die Bedeutung der anatomischen Verschiedenheiten desto grösser, je geringer die morphologischen Unterschiede werden, je näher verwandt mithin die Pflanzen sind, weshalb gerade für die Unterscheidung der Arten die anatomische Methode von grossem Werthe ist. Wenn aber zwei Arten durch Merkmale im anatomischen Baue leicht auseinander zu halten sind, dann müssen dieselben Merkmale auch wichtig sein und vielfach den einzigen Anhaltspunkt abgeben, um solche Pflanzen richtig zu deuten und zu erkennen, die durch Kreuzung der beiden Arten entstanden sind. Diesen Gedanken auf seine Richtigkeit zu prüfen, bezwecken die nachfolgenden Zeilen.

Die Erkenntniss, dass die Bastardnatur einer Pflanze sich nicht nur in einer Mittelstellung in der Mehrzahl der morphologischen Merkmale zeigen, sondern ihre Bestätigung auch in der Ausbildung der scheinbar unbedeutendsten Theile finden müsse, hat schon frühere Untersuchungen beherrscht. Wenn Schott[1] die Mittelstellung hybrider *Primula*-Arten und A. Kerner[2] jene hybrider Pulmonarien gerade an der Form und Vertheilung der Trichome dieser Pflanzen unzweifelhaft nachwies, wenn Wichura[3] zeigte, dass Bastarde, sogar Trippelbastarde der Weiden ihre hybride Natur auf das deutlichste im Baue des Blattnervennetzes verrathen, so sind damit Merkmale verwerthet, die mehr dem anatomischen als dem morphologischen Baue entlehnt sind.

Von grösster Bedeutung muss natürlich die anatomische Methode für die Erkennung hybrider Formen bei jenen Pflanzengruppen sein, bei welchen die Variabilität morphologischer Eigenschaften die Erkennung wirklicher Mittelformen ausser-

---

[1] Schott, Wilde Blendlinge österr. Prim. 1852 u. in Reichb. Icon. flor. Germ. t. XIII.

[2] Kerner A., Monographia Pulmonariarum. 1878.

[3] Wichura, Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreiche. 1865.

ordentlich erschwert, und gerade die Untersuchung solcher Fälle muss für die Beurtheilung des Werthes der Methode von Wichtigkeit sein. Eine solche Pflanzenfamilie finden wir unter anderen in den Coniferen, wesshalb ich auch die Bastarde dieser Familie zum Gegenstande meiner Beobachtungen machte.

Es ist bekannt, dass die Existenz hybrider Coniferen lange Zeit überhaupt bestritten wurde, und auch heute noch ist das Vorkommen mancher derselben durchaus nicht sichergestellt.[1] Einen speciellen Grund zur Untersuchung gab die in neuester Zeit mehrfach resultatlos discutirte Frage[2], ob die von Csató beschriebene *Juniperus Kanitzii*[3] ein Bastard sei oder nicht. Nicht weniger unentschieden ist die Frage nach der Bastardnatur der *Juniperus intermedia* Schur[4] u. a.

Schon jetzt glaube ich behaupten zu können, dass die in nachfolgendem niedergelegten Resultate meiner Beobachtungen nicht nur in diesen und einigen anderen Fällen vollkommene Aufklärung schaffen, sondern dass sie auch die Mittel an die Hand geben, in Zukunft die Entscheidung ähnlicher Fragen wesentlich zu erleichtern.

Die Erwägung, dass es sich nicht blos darum handelt, die Existenz der Bastarde überhaupt nachzuweisen, sondern auch späteren Beobachtern die Möglichkeit zu bieten, dieselben leicht und sicher wiederzuerkennen, bewog mich, meine Untersuchung nur auf den anatomischen Bau der Laubblätter auszudehnen.

Anatomie der Blätter der einheimischen Coniferen.

Um mich bei Besprechung der untersuchten Arten kürzer fassen zu können, möchte ich die allgemeine Anatomie der Blätter der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung der

---

[1] Focke W., Die Pflanzen-Mischlinge (1881), S. 419, zählt nur drei Bastarde auf und auch diese mit Reserve: *Pinus montana* × *silvestris*, *P. nigricans* × *silvestris*, *P. Pinsapo* × *Abies*. Von letzterer stand mir das einzig existirende, künstlich gezogene, also unzweifelhafte Exemplar nicht zur Verfügung.

[2] Vergl. Simonkaj L., Enum. flor. Transs. p. 597 (1887) u. in Öst. bot. Zeitschr., 1887, S. 369; ferner Borbas in Öst. bot. Zeitschr., 1887, S. 333 u. 405.

[3] Csató in Magy. Növet. Lapok, X. S. 145 (1886).

[4] Schur in Verh. nat. Ver. Siebenb., II. (1851), S. 169.

Gattungen *Pinus* und *Juniperus* in gedrängter Form schildern, dabei bietet sich mir die Gelegenheit, gewisse von anderer Seite begangene Irrthümer zu berichtigen und durch einige Details unsere bisherigen Kenntnisse über die Anatomie der Coniferen-Blätter zu erweitern.[1] Besonders ist es mir darum zu thun, aus der Entwicklung des Blattes jene Thatsachen anzuführen, die für eine vergleichende anatomische Betrachtung von Wichtigkeit sind.

Die Epidermis der Blätter besteht entweder aus Zellen, deren Wände verholzen und an der Aussenseite stärker verdickt sind *(Juniperus)* oder aus ringsum gleichmässig, oft bis zum Verschwinden des Lumens verdickten, spindelförmigen Zellen *(Pinus)*. Der Inhalt derselben ist Zellsaft, nur vereinzelt findet sich das kleine Zelllumen mit Luft erfüllt, wodurch dann das Blatt ein auffallend graues Aussehen erlangt. Thomas (l. c.) beobachtete dies einmal bei *Pinus Pumilio*, ich wiederholt bei *P. nigricans* und *Cembra*.

Die Verdickungsschichten sind von Poren durchzogen, die entweder gegen die Blatt-Aussenseite verlaufen oder mit Poren benachbarter Zellen correspondiren. Nach Aussen sind die Membranen mit einer mächtigen Cuticularschichte überzogen. Die Spaltöffnungen stehen in Reihen, entweder auf beiden Seiten des Blattes nahezu gleichmässig vertheilt *(Pinus)* oder vorzugsweise auf der Blattoberseite *(Juniperus)*; im letzteren Falle weist die Oberseite im Bereiche der Spaltöffnungen einen Wachsüberzug auf. Die Spaltöffnungen besitzen ausser den Schliesszellen Nebenzellen, sind immer mehr oder minder eingesenkt und von den Nachbarzellen bedeckt.

---

[1] Über die Anatomie der Coniferen-Blätter vergl. insbesondere Thomas, F. De foliorum frondos. Conif. struct. anat. Dissert. 1863. — Ders., Vergl. Anat. d. Conif. Laubbl. in Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. IV. S. 25 ff. 1865. — Bertrand C. E., Anatom. comp. d. tiges et d. feuill. d. Gnet. et Conif. in Ann. sc. nat. Ser. V. Tom. XX. p. 5 1874. — Purkyňe, Über d. histol. Untersch. d. Pinus-Spec. in Sitzb. böhm. Ges. d. W. 1875. — De Bary, Vergl. Anat. d. Veget. Org. S. 456, 1877. — Engelmann, Revis. of the Gen. Pinus in Transact. Akad. St. Louis IV. S. 161 ff. 1880. — Wiesner J., Grundzüge d. Bot. I, S. 82. — Meyer, Die Harzg. in d. Bl. d. Abiet. Diss. 1883. — Mahlert, Beitrag z. Kenntn. d. Anat. d. Laubbl. d. Conif. in Bot. Centralbl. XXIV. S. 54 (1887). — Prantl in Engler u. P. Natürl. Pflanzen-Fam., II. Th. I. Abth. S. 38 ff. 1887. — Strassburger Ed., Botan. Practic. 2. Aufl. S. 219, 1887 etc.

Die Schliesszellen selbst sind verholzt mit Ausnahme eines Cellulosestreifens. Unterhalb jeder Spaltöffnung befindet sich im Mesophyll eine kleine Athemhöhle. Unter der Epidermis tritt bei der Mehrzahl der Coniferenblätter ein Hypoderm in mannigfacher Ausbildung und Ausdehnung auf. Dasselbe umhüllt das ganze Mesophyll mantelförmig oder lässt einen Theil der Blattoberseite frei *(Juniperus)*, besteht dabei aus 1—4 Schichten bastfaserartiger, verholzter Zellen oder aus relativ dünnwandigen Zellen, die sich immer, mit Chlorzinkjod behandelt, röthlich färben. Häufig folgt auf eine Schichte dünnwandiger Zellen eine oder mehrere Reihen sklerenchymartiger; immer setzt das Hypoderm unter den Spaltöffnungen aus, zeigt dagegen an den Kanten und in der Nähe der Blattspitze mächtigere Entwicklung. Ausser dem Hypoderm finden sich Inseln von Sklerenchymfasern an anderen Stellen des Mesophylls *(Juniperus)* oder aber cylinderförmige Belege von solchen um die Harzgänge *(Pinus)*. Das chlorophyllreiche Mesophyll zeigt entweder durchaus gleichartige und gleich dicht gestellte Zellen, von denen blos die äussersten senkrecht auf die Blattoberfläche stehen *(Pinus)* oder die Zellen im Umkreise des Blattes sind dichter gefügt bei radialer Anordnung und gehen gegen das Innere in ein lockeres Gewebe über. *(Juniperus)*.

Die Mesophyllzellen der *Pinus*-Arten sind durch vorspringende Membranfalten ausgezeichnet (Armpallisadenparenchym Haberlandt's [1]). Im Mesophyll befinden sich die für die Mehrzahl der Coniferen sehr charakteristischen Harzgänge, mit *(Pinus)* oder ohne *(Juniperus)* Sklerenchymfaserhülle, stets aber ausgekleidet mit chlorophylllosem Epithel aus zarten dünnwandigen Zellen. Letztere wurden häufig übersehen (Vergl. Meyen, Physiolog. I. tab. VI., Fig. 2, Willkomm, Forstl. Flora, 2. Aufl. S. 56 u. a.). Kommt eine Sklerenchymhülle vor, so ist dieselbe häufig durch einzelne dünnwandige Zellen unterbrochen, die Durchtrittzellen.[2] *Juniperus* besitzt einen einzigen Harzgang, der an der Blattunterseite zwischen dem Fibrovasalstrang und der Epidermis verläuft. Bei *Pinus*-Arten finden wir mehr oder minder zahlreiche

---

[1] Jahrb. f. wissensch. Bot., XIII. S. 102, 1882.

[2] Vergl. Möbius in Jahrb. f. wiss. Bot. XVI. S. 265.

Harzgänge. Engelmann (l. c.) hat einer Eintheilung der *Pinus*-Arten nach der Stelle des Vorkommens dieser Harzgänge vorgenommen und unterschied hiebei periphärische, d. i. unmittelbar unter der Epidermis gelegene, parenchymatische, d. i. vom Mesophyll rings umgebene und centrale, d. i. der Gefässbündelscheide unmittelbar anliegende Harzgänge. Auch ich will diese Bezeichnungen im Folgenden anwenden. Mit Rücksicht auf die Constanz und Grösse der Harzgänge unterscheidet Thomas (l. c. p. 51) primäre und accessorische. Von ersteren verlaufen in jedem *Pinus*-Blatte je einer in den Kanten, ausserdem finden wir accessorische in verschiedener Zahl, und zwar sowohl auf der Oberseite als an der Unterseite. Unter den accessorischen Harzgängen lassen sich wieder zwei Arten unterscheiden, und zwar solche, die ich secundäre nennen möchte, die den primären an Grösse nicht oder nur wenig nachstehen, nahezu constant auftreten und auch bis nahe an die Blattspitze gehen und tertiäre, die zwischen den secundären meist vereinzelt, aber auch paarweise auftreten können, viel enger sind und niemals die Blattspitze erreichen. An dem Blattquerschnitte von *Pinus silvestris* in Fig. 3 der Taf. I tritt dieser Unterschied der Harzgänge deutlich hervor. Schon Thomas (l. c.) räumt übrigens ein, dass nicht alle seiner „accessorischen“ Harzgänge gleich alt und gleichwerthig sind. Die Mitte des Blattes wird von dem ungetheilten Gefässbündel eingenommen *(Juniperus)* oder von einem chlorophylllosen Gewebe, in dem sich die beiden collateralen Gefässbündel, im Querschnitte schräg und mit dem Siebtheile nach Aussen gestellt, befinden *(Pinus)*.

Eine verholzte Gefässbündelscheide grenzt diesen Centralcylinder gegen das Mesophyll ab. Der innere Theil des Xylems weist Spiralgefässe auf, an die radial gestellte Tracheiden stossen, die sich in das Phloem fortsetzen und dort mit Siebröhren vorkommen. Zarte Markstrahlen durchziehen beide Theile des Gefässbündels. An die Siebtheile legen sich häufig Belege von Sklerenchymfasern in mehr oder minder mächtiger Ausbildung; bei den *Pinus*-Arten vereinigen sich überdies oft die Sklerenchymbelege der beiden Bündel zu einer dieselben verbindenden Brücke, von der dann wieder bei einzelnen Arten mächtige Sklerenchymfaserbündel sich zwischen die Xyleme schieben.

Eine Eigenthümlichkeit der Gefässbündel sind Tracheidensäume (das Transfusionsgewebe Mohl's [1]), die sich sowohl an das Xylem, wie an das Phloem nach Aussen anschliessen, einige Zellenreihen stark sind und bald aus behöft getüpfelten, zellsafthältigen Tracheiden *(Pinus)*, bald aus solchen mit balkenförmigen, unregelmässigen Membranverdickungen bestehen *(Juniperus)*.

Der Umriss des Querschnittes hängt bei den beiden in Betracht kommenden Gattungen mit den Stellungsverhältnissen des Blattes auf das innigste zusammen, er ist bei einzeln frei abstehenden Blättern mehr minder abgerundet, bei paarweise stehenden oder dem Stamm angedrückten Blättern an einer Seite flach oder concav, an der anderen convex und weist bei Blättern, die in grösserer Zahl in einer Scheide vereinigt stehen eine polygonale Form auf.

Eine der wichtigsten Forderungen, die bei jeder Verwerthung anatomischer Merkmale für die Systematik erhoben werden muss, ist die, dass nur Gleichwerthiges verglichen werde. Unter Gleichwerthigem haben wir in unserem Falle aber nicht nur zwei Blätter überhaupt zu verstehen, sondern zwei ganz gleiche Stellen der Blätter, und dass es unbedingt nothwendig ist, hiebei mit grösster Vorsicht vorzugehen, dürfte die folgende Darlegung zeigen.

Die mit Rücksicht auf die Unterscheidung der Arten wichtigsten Theile in dem Blatte einer *Pinus* sind die Epidermis, das Hypoderm und die Harzgänge. Verfolgen wir nun den Bau einer Nadel von der Basis bis zur Spitze, so sehen wir zunächst an der Basis selbst (in der Scheide) die Epidermis nur schwach verdickt, die Verdickung nimmt zu, je mehr wir uns der Blattmitte nähern und erhält erst im unteren Blattdrittel die charakteristische Ausbildung. Ebenso verhalten sich die mechanischen Zellen des Hypoderms, an der Basis fehlen sie zwar nicht, haben aber nur wenig verdickte Wände; auch gegen die Spitze zu wird der Sklerenchymmantel schwach, bei Arten mit 2—4schichtigem Hypoderm finden wir an dieser Stelle oft nur eine einzige Reihe sklerenchymatischer Zellen. [2] Selbst das chlorophyllhaltige Meso-

[1] Botan. Zeitung, 1871, S. 10.

[2] Vergl. hierüber auch Mahlert l. c. S. 122.

phyll weist einen Unterschied zwischen der Basis und dem übrigen Blatte auf, da an der ersteren sehr oft die sonst so charakteristische Ausbildung der Armpallisadenzellen unterbleibt und nur ein Parenchym aus abgerundeten Zellen mit gleichdicken Membranen sich findet. Schon aus der Unterscheidung primärer, secundärer und tertiärer Harzgänge kann entnommen werden, wie sich dieselben im Verlaufe des Blattes verhalten; erstere finden wir in allen Theilen, die secundären stets an der Basis, von wo sie wenigstens bis in das oberste Blattviertel verfolgt werden können, während unter den tertiären manche kaum die Blattmitte erreichen. An den Gefässbündeln treten nur insoferne Veränderungen auf, als diese in der Nähe der Spitze sich rasch verjüngen und schliesslich allmählig in einige Tracheidenreihen auslaufen.

Nach diesen kurzen Angaben dürfte es immerhin ganz begreiflich werden, dass wir die verschiedensten Bilder der Gewebevertheilung erhalten können je nach der Stelle, an welcher der Querschnitt ausgeführt wurde. Um sich daher vor Irrthümern zu bewahren, ist es unbedingt nothwendig, für alle Vergleiche einen bestimmten Theil des Blattes zu benützen, ich empfehle zu diesem Zwecke das Stück zwischen dem unteren Blattdrittel und der Mitte, da dort alle im Blatte überhaupt auftretenden Elemente sich in vollkommenster Entwicklung befinden. Meine sämmtlichen späteren Angaben beziehen sich auch, soweit nichts anderes bemerkt ist, auf diesen Abschnitt des Blattes.

Ein nicht minder wichtiger Factor ist das Alter des Blattes. Es ist im vorhinein zu erwarten, dass in einem jungen Blatte nicht alle Elemente dieselbe Ausbildung zeigen wie in einem älteren. Gerade bei den Blättern der Coniferen tritt dies sehr auffallend hervor. Alle mechanischen Zellen erlangen erst nach Ablauf des ersten Vegetationsmonates ihre vollkommene Ausbildung, auch die tertiären Harzgänge kommen vielfach erst nach dem zweiten Monate zur Entwicklung, und es ist daher räthlich, stets nur ältere Blätter zum Vergleiche heranzuziehen. Es ist dies umso vortheilhafter, weil die Coniferenblätter sich nach dem ersten Jahre nicht mehr wesentlich ändern.

Schliesslich möchte ich noch hervorheben, dass abgesehen von individuellen Verschiedenheiten, deren Grenzen nur durch

zahlreiche Beobachtungen festgestellt werden können, bei einzelnen Arten auch anatomische Verschiedenheiten in verschiedenen aufeinanderfolgenden Jahren eintreten können. Es gilt dies insbesondere mit Rücksicht auf die Zahl der Harzgänge, die gewisse Grenzen niemals überschreitet, innerhalb derselben aber manchmal sehr variirt. Ich habe in dieser Hinsicht besonders *Pinus silvestris* und *P. nigricans* untersucht und theile in der nachfolgenden Tabelle die Zahl der Harzgänge der in aufeinanderfolgenden Jahren auf derselben Pflanze gebildeten Blätter mit.[1]

Pflanze / beiläufiges Alter im letzten Jahre	Jahr	Zahl der Harzgänge in einem Blatte			Anmerkung
		primäre	secundäre	tertiäre	
Pinus silvestris 30 Jahre alt	1884	2	5	0	
	1885	2	5	2	
	1886	2	5	4	
	1887	2	5	2	
Pinus silvestris 15 Jahre alt	1883	2	6	0	in 2 Bl. treten je 2 tertiäre H. auf.
	1884	2	6	3	
	1885	2	6	1	
	1886	2	6	3	
	1887	2	6	5	
Pinus nigricans 40 Jahre alt	1884	2	2	0	
	1885	2	2	0	
	1886	2	2	2	
	1887	2	3	2	
Pinus nigricans 25 Jahre alt	1883	2	1	0	
	1884	2	2	0	
	1885	2	2	0	
	1886	2	2	1	
	1887	2	3	1	

[1] Es wurden von den in jedem Jahre gebildeten Blättern je 10 untersucht und aus diesen Resultaten das Mittel genommen.

Aus diesen Zahlen ergibt sich einerseits, dass die Zahl der Harzgänge bei *P. nigricans* und *silvestris* in aufeinanderfolgenden Jahren in den Blättern derselben Pflanze schwankt, dass anderseits sich im Allgemeinen eine Zunahme der Zahl bei höherem Alter erkennen lässt.

Hier wäre auch der Beobachtung Thomas'[1] zu gedenken, dass bei *Pinus*-Arten an den Keimblättern und ersten Stengelblättern die Sklerenchymhüllen vielfach fehlen.

Nachdem ich im vorhergehenden die Anatomie der Coniferenblätter, soweit es für meine Zwecke nöthig ist, in Kürze geschildert, ferner jene Momente angeführt habe, deren Beobachtung bei Vergleichung anatomischer Befunde wichtig ist, gehe ich zur Beschreibung der von mir untersuchten Formen über.

I. Pinus.

1. *Pinus silvestris.*

Linné Spec. plant. ed. 1. p. 1000. (1753) — Vergl. Taf. I. Fig. 2.

Epidermiszellen sklerenchymatisch, im Querschnitte isodiametral, 0·02 Mm. dick. Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten, besonders auf der Oberseite. Hypoderm aus einer Schichte relativ dünnwandiger, centripetal verdickter, farbloser Zellen zusammengesetzt, unter den Spaltöffnungen unterbrochen. Harzgänge periphär, die äusseren Belagzellen im Hypoderm, umgeben von 9—14 Sklerenchymfasern, diese immer einreihig, Durchtrittzellen selten. Zahl der Harzgänge: 2 primäre constant in den Kanten, secundäre auf der Blattunterseite wenigstens 4, höchstens 6, auf der Blattoberseite 1—2, tertiäre auf der Blattunterseite 4—5, auf der Blattoberseite 1. Gesammtzahl 7—14. Armpallisadengewebe 3—5schichtig. Bastbündel zwischen den Gefässbündeln mächtig, die Siebtheile halb umfassend und bis über die Mitte des Blattes reichend. Tracheidensaum 2 bis 6schichtig.

Die angegebenen Merkmale sind als constant anzusehen. Ich überzeugte mich davon durch die Untersuchung zahlreicher Exemplare aus verschiedenen Gegenden, nämlich aus Schweden

[1] De foliorum frondosorum coniferarum struct. anatom. p. 16.

(Upsala), Russland (Petersburg) dem Deutschen Reich (Harz, Köln), Österreich (Tirol, Ober- und Unter-Österreich, Böhmen, Mähren, Steiermark, Siebenbürgen).

Variationen zeigen sich bloss in der Zahl der Harzgänge, den häufigsten Fall stellt die Abbildung auf Tafel I, Fig. 2, dar. Ausser den primären Harzgängen in den Blattkanten finden sich vier secundäre auf der Unterseite. Zwischen diesen können tertiäre auftreten oder fehlen. Es schwankt dies bei den Blättern desselben Baumes, sogar in einem Blatte können sich auf der einen Hälfte die tertiären Harzgänge finden, während sie auf der anderen fehlen. Auf der Oberseite stehen häufig zwei secundäre, zwischen denen sich ein tertiärer einschalten kann. So sehr variabel diese Verhältnisse sind, so halten sie sich doch immer streng an die angegebenen Grenzen. Eine so grosse Zahl von Harzgängen, wie sie Schacht[1] und Thomas[2] angeben, nämlich 22—24 konnte ich niemals finden. Auch die Angabe Willkomms[3] „mit zahlreichen periphären Harzgängen" könnte leicht zu Irrthümern führen.

Im Hypoderm treten hie und da in den Blattkanten kleine Bastbelege auf, die aber gleichfalls nicht charakteristisch genannt werden können, da sie häufig fehlen.

Die Unterschiede zwischen *P. silvestris* und den anderen noch zu erörternden Arten will ich bei Besprechung dieser angeben. Die Art der Unterscheidung, wie sie Bertrand[4] versuchte, ist jedoch keinesfalls berechtigt. Derselbe gibt als Unterschied von *P. contorta*, *rubra*, *pungens* und *Pinaster* das Vorkommen eines Harzganges unter der Blattoberseite an, während gerade dieses Merkmal am wenigsten verlässlich ist, sondern ein solches vielmehr in der charakteristischen Ausbildung des Hypoderms liegt. Anderseits erklärt Bertrand den anatomischen Bau der Blätter von *P. silvestris* von jenem der *P. Pumilio* Hnke., *Laricio* Poir., *Brutia* Ten., *Austriaca* Hook., *Marsoniana* Sz., *Salzmanni* Dun. und *Halepensis* Ait. für nicht verschieden; eine

---

[1] Lehrb. d. Anatom. u. Physiol. II. S. 121.
[2] Pringsheim Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 51.
[3] Forstl. Flora. Ed. 2, S. 194.
[4] l. c. S. 100.

Angabe, deren Unrichtigkeit aus den nachfolgenden Zeilen erhellen dürfte [1].

2. *Pinus montana.*

Duroi Observ. botan. p. 42. (1771). — Vergl. Taf. I. Fig. 1.

Ich bemerke, dass ich unter dem Sammelnamen *P. montana* die drei Arten *P. Pumilio* Hnke., *P. Mughus* Scop. und *P. humilis* Sk. zusammenfasse, und zwar nur aus dem Grunde, weil in dem anatomischen Baue derselben ein Unterschied nicht bemerkbar ist.

Epidermiszellen relativ gross, 0·04 Mm. hoch, mit stark verdickten Membranen, aber immer sichtbarem Lumen. Hypoderm aus einer Schichte farbloser dünnwandiger Zellen bestehend, die nur unter den Spaltöffnungen unterbrochen ist. Harzgänge periphär, aber den Verlauf des Hypoderms nicht störend, mit einem Mantel aus 9—14 Sklerenchymfasern umgeben, der meist einschichtig, seltener angedeutet-zweischichtig ist. Primäre Harzgänge stets zwei in den Kanten, secundäre können fehlen oder je einer an der oberen und unteren Seite. Tertiäre Harzgänge relativ sehr selten, können durch Spaltung der secundären oder durch Einschaltung zwischen dieselben auf der Blattunterseite entstehen. Die Gesammtzahl beträgt im Minimum 2, im Maximum 6. Armpallisadengewebe 3—5schichtig. Die beiden Gefässbündel sind verbunden durch eine Brücke von Sklerenchymfasern, die die Siebtheile halb umgibt und 1—3 Zelllagen umfasst, mitunter aber auch ganz fehlt. Tracheidensaum 2—6schichtig.

Der auf Taf. I, Fig. 1, dargestellte Querschnitt stellt den bei Weitem häufigsten Fall dar. Die Variationen in der Zahl der Harzgänge finden sich zumeist bei Exemplaren aus verschiedenen Gebieten; so zeigten Exemplare aus den siebenbürgischen Gebirgen vorherrschend Nadeln mit nur zwei primären Harzgängen, an Exemplaren aus den Tiroler Alpen von 16 verschiedenen Standorten herrschten Nadeln mit zwei primären und zwei secundären Harzgängen vor, ausserdem zeigten sich tertiäre Harzgänge häufig bei Pflanzen aus dem Riesengebirge u. s. f. Überdies

[1] Vergl. auch Drude in Isis 1881.

wurden Exemplare aus den niederösterreichischen, steirischen, Krainer und Salzburger Alpen untersucht. Dabei constatirte ich, dass tertiäre Harzgänge überhaupt selten sind; treten sie jedoch auf, so finden sich entweder zwei an Stelle des einen secundären in der Mitte der Unterseite oder je einer zwischen dem secundären und einem primären eingeschaltet.

Von *P. silvestris* ist *P. montana* anatomisch immer leicht zu unterscheiden. Der Blattquerschnitt ist im Allgemeinen viel breiter als bei jener (Verhältniss der Höhe zur Breite bei *P. silvestris* = 3 : 7, bei *P. montana* = 4 : 7). Die Epidermiszellen sind bedeutend höher und breiter; das Hypoderm ist dünnwandiger, die Harzgänge stehen von demselben etwas ab, die Bastbrücke zwischen den beiden Gefässbündeln ist bedeutend schwächer und erfüllt niemals den Raum zwischen denselben; überdies ist die Zahl der Harzgänge constant geringer.

3. *Pinus Rhaetica.*

(*P. montana* × *silvestris.*)

Brügger ap. Christ in Flora 1864. no. 10. p. 150. — Jahresber. nat. Ges. Graub. XXIX. S. 173.[1] — Vergl. Taf. I. Fig. 3.

Ich erhielt Exemplare dieser hybriden Föhre von Herrn Prof. v. Kerner aus Trins im Gschnitzthale in Tirol. Dieselben zeigten im anatomischen Baue eine ausgesprochene Mittelstellung:

Epidermiszellen etwas höher als breit, 0·03 Mm. hoch, mit sehr geringem Lumen. Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten. Hypoderm einschichtig, aus farblosen Zellen zusammengesetzt, deren Membranen etwas centripetal verdickt sind. Harzgänge periphär dem Hypoderm angelehnt oder in dieses hineingedrückt, mit Sklerenchymfasern umgeben, diese 9—14, einschichtig oder hie und da paarweise mit vereinzelten Durchtrittzellen. Primäre Harzgänge in den Kanten stets vorhanden, secundäre constant zwei an der Blattunterseite, einer an der Blattoberseite, tertiäre je einer zwischen einem secundären und einem primären,

[1] Christ bespricht in „Flora" 1864, S. 153 Mittelformen zwischen *P. silvestris* und *P. montana*, von denen eine Heer (Verh. schw. nat. Ges. Luzern 1862, S. 182) als *P. silvestris hybrida* bezeichnete. Sicher lässt es sich nicht beweisen, dass Christ's Mittelformen Bastarde waren, und nur in diesem Falle wäre der Name *P. hybrida* Heer als älterer vorzuziehen.

überdies häufig einer zwischen den beiden secundären an der Blattunterseite. Maximalzahl 8, Minimalzahl 5. Bastbündel zwischen den Gefässbündeln 3—4schichtig, die Siebtheile halbumfassend, nie bis zur Blattmitte reichend. Armpallisadengewebe 3—5schichtig; Tracheidensäume 3—6schichtig.

Wie in morphologischer Beziehung lässt sich auch anatomisch bald eine grössere Ähnlichkeit mit einer, bald mit der anderen der beiden Stammarten erkennen. Die grössere Verwandtschaft mit *P. montana* äussert sich in der Abnahme der Zahl der Harzgänge und Vergrösserung der Epidermiszellen, die Annäherung an *P. silvestris* zeigt sich an dem entgegengesetzten Verhalten, ausserdem in der Verstärkung des centralen Bastbündels. Übrigens finden sich auch auf ein und derselben Pflanze grössere Verschiedenheiten des anatomischen Baues der Blätter, als bei den Stammarten. So fand ich an einem Zweige unter 50 Blättern 11 mit je 5, 4 mit je 6, 26 mit je 7 und 9 mit je 8 Harzgängen.

Nachstehende Tabelle dürfte als Ergebniss des bisher mitgetheilten die Unterschiede von *P. silvestris* L. und *montana* Dur. einerseits, die Mittelstellung der *P. Rhaetica* Brgg. anderseits deutlich zeigen.

	P. silvestris L.	*P. Rhaetica* Brgg.	*P. montana* Dur.
Höhe der Epidermiszellen	0·02 Mm.	0·03 Mm.	0·04 Mm.
Hypoderm	Centrale Zellwände etwas verdickt. An den Blattkanten häufig Sklerenchymfasern.	Centrale Zellwände schwach verdickt. Sklerenchymbelege an den Blattkanten fehlen.	Centrale Zellwände nicht verdickt. Sklerenchymbelege an den Blattkanten fehlen.
Harzgänge	7—14 (meist c. 11) in das Hypoderm vertieft.	5—8 (meist 7) dem Hydoderm knapp anliegend.	2—6 (meist 4) dem Hypoderm anliegend.
Bast zwischen den Gefässbündeln	Aus 5—8 Zellreihen zusammengesetzte Bündel.	3—4schichtige Bastbrücke.	1—3schichtige Bastbrücke.
Verhältniss der Höhe des Querschnitts zur Breite	3 : 7	3·5 : 7	4 : 7

4. *Pinus nigricans.*

Host Flora Austriaca II. p. 428. — Vergl. Taf. I. Fig. 4.

Epidermiszellen von nahezu quadratischem Umfange mit etwas langgestrecktem kleinen Lumen. Spaltöffnungen an beiden Blattseiten zahlreich. Hypoderm 2schichtig. Äussere Schichte aus einer Lage relativ dünnwandiger farbloser Zellen bestehend; innere Schichte an der Unterseite und Oberseite verschieden ausgebildet, an der ersteren aus 2[1], an der letzteren aus 1 Lage von Sklerenchymfasern gebildet. Harzgänge parenchymatisch, niemals dem Hypoderm anliegend, durch 1—2 Grundgewebszelllagen von diesem getrennt, mit einem Mantel aus 10 bis 16 Sklerenchymfasern umgeben. Zahl der Harzgänge sehr variabel, im Maximum 9, im Minimum 3, meistens 7—8. Armpallisadengewebe 3—6 schichtig. Die Siebtheile der Gefässbündel sind durch eine 1—3schichtige Brücke aus verdickten Zellen verbunden, die jene halb umfassen. Tracheidensäume 2- bis 5schichtig.

So beständig der angeführte Bau des Hypoderms, der Epidermis und des Grundgewebes ist, so wenig lässt sich eine Zahl der Harzgänge als typisch ansehen. An einem Exemplare herrscht gewöhnlich eine Zahl vor; auch findet sich eine Zahl an den Bäumen einer Gegend meistens als die weitaus häufigste. So fand ich in den Blättern der Schwarzföhre bei Gloggnitz in Niederösterreich meistens 3 Harzgänge, bei Baden 8, bei Mödling 7 u. s. f. Immer verläuft in den Kanten des Blattes je ein primärer Harzgang, ausserdem kommen häufig folgende Fälle vor: 1. nur 1 secundärer Harzgang an der Unterseite, 2. 2 secundäre an der Unterseite, 1 oder 2 an der Oberseite, 3. 2 secundäre und 2 tertiäre auf der Unterseite, 1 oder 2 secundäre an der Oberseite, 4. 2—4 Harzgänge auf der Unterseite, keine auf der Oberseite u. s. f.

Von *P. silvestris* und *P. montana* ist *P. nigricans* leicht durch das 2schichtige Hypoderm mit Sklerenchymfasern und durch die

[1] Oft ist die zweite Lage allerdings nur durch einzelne Zellen angedeutet. Mahlert l. c. S. 121 fasst unter dem Namen *P. Laricio* jedenfalls alle in diese Gruppe gehörenden Arten zusammen, bei *P. nigricans* kommen nie 4—5 Zellschichten im Hypoderm vor.

von diesem entfernten Harzgänge zu unterscheiden. Auch von *P. Laricio* Poir. und *Halepensis* Ait. ist das Blatt von *P. nigricans* gut verschieden; im Gegensatze zu den diesbezüglichen Angaben Bertrand's (l. c. p. 100), worauf ich übrigens bei anderer Gelegenheit zurückzukommen gedenke.

5. *Pinus Neilreichiana.*

(P. nigricans × *silvestris.)*

Reichardt in Verh. zool. botan. Ges. XXVI. S. 461. — Vergl. Taf. I. Fig. 5.

Zur Untersuchung lagen mir 2 Exemplare dieses seltenen Bastardes vor, das Originalexemplar Reichardt's von Grossau bei Vöslau in Niederösterreich und ein von mir heuer in der „Eng" bei Reichenau in Niederösterreich aufgefundenes. Die Blätter beider Pflanzen stimmten in ihrem Baue im Wesentlichen überein, das von mir gefundene Exemplare stand jedoch der *P. silvestris* etwas näher, das Reichardt'sche dagegen der *P. nigricans.* Epidermiszelle nahezu isodiametrisch mit verlängertem kleinen Lumen. Spaltöffnungen auf beiden Seiten des Blattes, etwas zahlreicher auf der Oberseite. Hypoderm 2schichtig oder auf der Blattoberseite 1schichtig, äussere Schichte aus einer Lage dünnwandiger Zellen bestehend, innere Schichte aus einer Lage sklerenchymatischer Zellen zusammengesetzt. Nur an den Blattkanten ist das Hypoderm durch 2 bis 3 Sklerenchymfaserlagen verstärkt. Harzgänge parenchymatisch, jedoch dem Hypoderm genähert, hie und da demselben anliegend, mit 1schichtigem Sklerenchymfasermantel umgeben; dieser aus 9—15 Zellen gebildet. Durchtrittzellen selten. Zahl der Harzgänge, mit Ausnahme der primären, schwankend, 5—12, meist 8—9. Armpallisadenparenchym 3—5schichtig. Die Siebtheile der Gefässe sind durch eine mehr minder breite Bastbrücke verbunden, die dieselben halb umschliesst und aus 2—5 Zelllagen besteht. Tracheidensaum 2—5schichtig.

Je nachdem *P. Neilreichiana* sich einer der beiden Stammarten nähert, treten natürlich kleine Modificationen des angegebenen Baues auf, so tritt der sklerenchymatische Theil des Hypoderms oft bedeutend zurück, bald wird er durch Vermehrung der Zellen beinahe 2schichtig; ebenso rücken die Harzgänge dem Hypoderm bald näher, bald entfernen sie sich wieder.

Zum Zwecke der besseren Übersicht will ich auch hier in einer Tabelle die Unterschiede der *P. Neilreichiana* von ihren Stammarten angeben:

	P. nigricans Host.	*P. Neilreichiana* Reichdt.	*P. silvestris* L.
Höhe der Epidermiszellen	0·04 Mm.	0·03 Mm.	0·02 Mm.
Hypoderm	2schichtig, äussere Schichte: 1 Lage dünnwandiger Zellen, innere Schichte: 2 Lagen sklerenchymatischer Zellen.	Unterseits 2schichtig, oberseits 1schichtig, äussere Schichte: 1 Lage dünnwandiger Zellen, innere Schichte: 1 Lage sklerenchymatischer Zellen.	1schichtig, aus 1 Lage dünnwandiger Zellen bestehend.
Harzgänge	3—9 (meist 7—8) parenchymatisch, mit 10—16zelliger Hülle.	5—12 (meist 8—9) parenchymatisch, dem Hypoderm genähert, mit 9—15zelliger Hülle.	7—14 (meist 11) periphär, mit 8—14zelliger Hülle.
Bastbrücke zwischen den Gefässbündeln.	schmal, aus 1—3 Zelllagen gebildet.	schmal, aus 2—5 Zelllagen gebildet.	breit, aus 5—8 Zelllagen gebildet.
Verhältniss der Höhe zur Breite des Querschnittes.	3·5 : 7	circa 3·4 : 7	3 : 7

II. Juniperus.

6. *Juniperus communis.*

Linné Spec. plant. ed. 1. p. 1470. (1753). — Vergl. Taf. II. Fig. 3.

Querschnitt dreieckig mit abgerundeter Spitze und scharfen Kanten. Verhältniss der Höhe zur Breite circa 3·5 : 9. Epidermiszellen gross, tafelförmig mit stark excentrisch verdickten Membranen. Spaltöffnungen nur auf der Oberseite, und zwar auf einer

die Hälfte der Oberseite einnehmenden mittleren Fläche, die mit einem körnigen Wachsüberzuge bedeckt ist. Hypoderm die ganze Unterseite und die beiden äusseren Viertel der Oberseite überziehend, aus zwei Schichten von Sklerenchymfasern bestehend, an den Ecken verstärkt. Unter der Mitte der Oberseite verläuft ein aus 4—9 Sklerenchymfasern bestehender hypodermaler Strang. Harzgang unter dem Gefässbündel verlaufend und von diesem durch 1—2 Zelllagen getrennt, bis an die Epidermis oder das Hypoderm reichend, weit, mit circa 10—16 Epithelzellen. An der Unterseite des Gefässbündels liegt ein einschichtiger Belag aus 6—8 Bastzellen, die den Siebtheil umgeben. Tracheidensäume an beiden Seiten des Gefässbündels, 3—7schichtig, aus Tracheiden mit Hoftüpfeln und balkenartigen Membranvorsprüngen bestehend. Mesophyll aus parenchymatischen Zellen gebildet, diese in 3—5 Lagen mit kleinen Intercellularräumen.

Die Ausbildung des Blattes von *Juniperus communis* ist sehr constant gleich. Von kleinen Abänderungen fand ich hie und da eine Schwächung des Hypoderms dadurch, dass die innere Schichte nur aus vereinzelten, entfernt stehenden Zellen bestand.

Untersucht wurden Exemplare aus Österreich-Ungarn (Siebenbürgen, Ungarn, Galizien, Croatien, Steiermark, Krain, Nieder-Österreich, Tirol), Schweden, Russland und Griechenland. An den aus dem Süden Europas stammenden Exemplaren (Griechenland, Fiume) fand sich eine schwächere Ausbildung des mittleren hypodermalen Bündels (1—3zellig), dagegen eine Verstärkung des Hypoderms an den Kanten (3—4schichtig). An Exemplaren, die in Upsala gesammelt waren, zeigte sich gleichfalls häufig ein Ausbleiben des Sklerenchymfaserbündels an der Blattoberseite, doch kam es bei Blättern desselben Exemplares auch zur Ausbildung.

7. *Juniperus nana.*

Willden. Spec. plant. IV. p. 854. (1805). — Vergl. Taf. II. Fig. 1.

Querschnitt des Blattes im Allgemeinen abgerundet dreieckig mit ausgerandeter Spitze, wenig scharfen Kanten und ausgehöhlter Oberseite. Verhältniss der Höhe zur Breite circa 3·2 : 9. Epidermiszellen tafelförmig, an den Kanten verkleinert, mit stark excentrisch verdickten Membranen. Spaltöffnungen nur auf der Blattoberseite, und zwar die mittleren sechs Achtel bedeckend.

So weit ist auch die Oberseite mit einer sehr dichten körnigen Wachsschichte überzogen. Hypoderm die Seitenwände der Unterseite und die seitlichen Achtel der Blattoberseite überziehend aus einer Schichte kleiner sklerenchymatischer Zellen bestehend, niemals bis an den Harzgang reichend. Harzgang unter dem Gefässbündel, von diesem und von der Epidermis durch je 1—2 Zelllagen getrennt, weit, mit circa 8—12 Epithelzellen umgeben. Siebtheil der Gefässbündel mit einem Belage von 2—4 weiten Bastzellen oder ganz unbedeckt. Tracheidensaum an beiden Seiten des Gefässbündels aus 3—6 Schichten behöfter und mit Membranvorsprüngen versehener Tracheiden bestehend. Mesophyll parenchymatisch, chlorophyllreich, gegen das Centrum mit Intercellularräumen, 3—5 schichtig.

Ich untersuchte zahlreiche Exemplare dieser Art, insbesondere solche aus Tirol, Steiermark, Siebenbürgen, aus den Schweizer Alpen, den Pyrenäen, ferner aus Schweden und Lappland. Mit Rücksicht auf die Frage, ob *J. nana* eine Art oder nur eine alpine Varietät der *J. communis* sei, wie viele Autoren glauben, waren besonders Exemplare, die im Innsbrucker und Wiener botanischen Garten cultivirt wurden, von Interesse; dieselben wiesen einen vollkommen normalen Bau auf, was wohl auch mit beitragen dürfte, die berührte Frage im ersteren Sinne zu entscheiden.

Von *J. communis* unterscheidet sich *J. nana* im Blattquerschnitte insbesondere durch den Umriss desselben, durch das immer einfache und weniger weit sich erstreckende Hypoderm, durch den Mangel des hypodermalen Bastbündels in der Mitte der Oberseite, durch den kleineren Harzgang und durch den schwächeren Bastbelag an der Unterseite des Gefässbündels.

8. *Juniperus intermedia.*

Schur in Verh. siebenb. naturf. Ver. II. (1851) S. 169. — Vergl. Taf. II. Fig. 2.

Mir lag *Juniperus intermedia* von zwei Standorten zur Untersuchung vor: Vom Gschnitzthale in Tirol, wo sie Prof. Dr. A. v. Kerner auffand und ich im vergangenen Sommer zwischen den Stammarten sammelte und vom Zirbenjoch am Achensee, wo sie A. Kerner 1864 unter gleichen Umständen fand (Herb. Kerner).

Querschnitt des Blattes dreieckig mit abgerundeten Kanten, flacher Oberseite und abgeflachter Spitze. Verhältniss der Höhe zur Breite circa 3·4 : 9. Epidermiszellen plattenförmig mit stark excentrisch verdickten Membranen. Spaltöffnungen nur auf der Blattoberseite, und zwar auf den mittleren vier Sechsteln derselben, die so weit mit einem mässig dicken körnigen Wachsüberzug bedeckt ist. Hypoderm meist einschichtig, aus Sklerenchymfasern bestehend, hie und da und insbesondere an den Kanten durch Zellen einer zweiten Reihe verstärkt, unterseits bis zum Harzgang, oberseits bis über die äussersten Sechstel der Oberfläche reichend. Harzgang unter dem Gefässbündel, weit, von jenem durch 1—2 Zelllagen getrennt, an die Epidermis oder das Hypoderm anstossend, mit 10—12 Epithelzellen umgeben. Siebtheil des Gefässbündels aussen mit einem Belage von 4—6 Bastzellen. Tracheidensaum an beiden Seiten des Gefässbündels, aus 3—6 Schichten behöfter, mit vorspringenden Membranverdickungen versehener Tracheiden bestehend. Mesophyllzellen zarthäutig, chlorophyllreich, radial angeordnet, gegen das Centrum mit kleinen Intercellularen, 3—5 schichtig.

Der hybriden Natur entsprechend finden sich bald Exemplare, die der *J. communis* näher stehen, bald solche, die mit *J. nana* mehr Ähnlichkeit haben. Erstere zeichnen sich durch stärkere, letztere durch schwächere Hypodermentwicklung aus. Sowie die Constanz der anatomischen Merkmale entschieden dafür spricht, dass *J. nana* von *J. communis* als Art getrennt werden muss, so geht aus der Mittelstellung der *J. intermedia* deutlich hervor, dass sie, trotz der gegentheiligen Ansicht anderer Autoren[1], als ein Bastard derselben anzusehen ist. Zu demselben Resultate führt übrigens auch ein sorgfältiger Vergleich der Blattform, des Wuchses, sowie der Form der Früchte.

Die folgende Übersicht mag die Unterscheidung der *J. nana* und *communis*, sowie die Erkennung der *J. intermedia* erleichtern:

---

[1] Vergl. z. B. Willkomm Forstl. Flora II. Ed., S. 265.; Simonkaj, Enum. Flor. Transs. p. 597 u. v. a.

	J. communis L.	*J. intermedia* Schur	*J. nana* Willd.
Form des Querschnittes	dreieckig mit abgerundeter Spitze, scharfen Kanten und flacher Oberseite.	dreieckig mit abgeflachter Spitze, stumpfen Kanten und flacher Oberseite.	dreieckig mit ausgerandeter Spitze, abgerundeten Kanten und concaver Oberseite.
Hypoderm	die ganze Unterseite und die Hälfte der Oberseite bedeckend, 2 schichtig, Mittelstrang vorhanden.	die ganze Unterseite und ein Drittel der Oberseite bedeckend, 1 schichtig und nur an den Kanten und sonst stellenweise 2 schichtig, Mittelstrang fehlt.	die Seitenflächen der Unterseite und ein Viertel der Oberseite bedeckend, 1 schichtig, Mittelstrang fehlt.
Harzgang	sehr weit, an das Hypoderm anstossend, von der Gefässbündelscheide kaum getrennt, Epithelzellen 10—16.	weit, an das Hypoderm anstossend, von der Gefässbündelscheide getrennt, Epithelzellen 10—12.	weit, von der Epidermis und von der Gefässbündelscheide durch 1—2 Zelllagen getrennt, Epithelzellen 8—12.
Bastbelag an der Unterseite des Gefässbündels	6—8 zellig.	4—6 zellig.	2—4 zellig.

9. *Juniperus sabinoides.*

Griseb. Spicileg. flor. Rum. et Bithyn. II. p. 352. (1843). — Vergl. Taf. II. Fig. 5.

Querschnitt[1] des Blattes beinahe halbmondförmig, an der Oberseite mit breit vorspringender Mittelrippe und scharfen Kanten. Verhältniss der Höhe zur Breite 4 : 9. Epidermis aus relativ kleinen Zellen bestehend, mit stark excentrisch verdickten Membranen. Spaltöffnungen nur auf der Oberseite, jedoch diese ganz bedeckend; Wachsüberzug fehlt oder sehr schwach. Hypo-

[1] Ich mache hier besonders darauf aufmerksam, dass die folgenden Angaben nur für Schnitte aus der auf S. 8 angegebenen Zone passen.

derm die Unterseite bekleidend aus kleinen Sklerenchymfasern zusammengesetzt, einschichtig, hie und da eine Zelle in der zweiten Reihe. Harzgang enge, nur in der unteren Blatthälfte, dem Hypoderm anliegend, von der Gefässbündelscheide durch 3—5 Mesophyllschichten getrennt; Epithelzellen 7—9. Gefässbündel der Epidermis der Oberseite unmittelbar anliegend oder von ihr durch eine Zelllage getrennt, ohne Bastbeleg am Siebtheil. Tracheidensaum mit 2—3 Schichten getüpfelter, mit Wandvorsprüngen versehener Tracheiden. Mesophyll aus dünnwandigen, radial gestellten, chlorophyllreichen Zellen gebildet, nur unter den Spaltöffnungen und in der Nähe des Gefässbündels mit kleinen Intercellularräumen.

An *J. sabinoides* findet sich, wie bei *J. Sabina* L., der sie sehr ähnlich ist, ein Dimorphismus der Blätter, indem die der sterilen Zweige sich häufig von der Axe abheben, die schuppenförmige Gestalt verlieren und nadelartig werden. Ich werde sogleich noch Gelegenheit haben, auf diesen Umstand ausführ licher zurückzukommen, bemerke nur jetzt schon, dass auch die Blätter der sterilen Zweige im Wesentlichen denselben anatomischen Bau zeigen, wie die schuppenförmig anliegenden.

Zur Untersuchung standen mir Exemplare aus Dalmatien, Siebenbürgen, Serbien und Griechenland zur Verfügung.

10. *Juniperus Kanitzii.*

(J. sabinoides × communis.)

Csató in Magy. Nevet. Lapok. X. p. 145. (1886).[1] — Vergl. Taf. II. Fig. 5.

Csató beschrieb a. a. O. im vorigen Jahre einen vermuthlichen Bastard zwischen *J. sabinoides* Gris. und *communis* L., der habituell die Mitte zwischen den Stammarten hält und auch in Gesellschaft beider vorkommt (Siebenbürgen: bei Remete im Com. Alba).

Der Umstand jedoch, dass bei *J. sabinoides*, wie schon oben erwähnt, ein Dimorphismus der Blätter vorkommt, indem an sterilen Zweigen oder Exemplaren die Blätter ihre schuppen-

---

[1] Csató beschrieb *J. Kanitzii* als einen Bastard von *J. communis* und *Sabina.* Ich hatte Gelegenheit, die Originalexemplare zu untersuchen und kam zu der Überzeugung, dass die eine Stammart nicht *J. Sabina*, sondern die nahe verwandte *J. sabinoides* Griseb. ist.

förmige Gestalt verlieren und nadelförmig werden, ferner der Umstand, dass gerade die von Csató gefundenen Exemplare steril waren, brachte andere Beobachter zur Ansicht, dass man es hier nicht mit einer hybriden Form, sondern nur mit Exemplaren von *J. sabinoides* (respective *Sabina*) zu thun habe.[1] Im Folgenden theile ich nun die Ergebnisse meiner Untersuchungen mit, die besonders dadurch erleichtert wurden, dass mir frisches, vom Entdecker zugeschicktes Material zur Verfügung stand.

Umriss des Querschnittes halbmondförmig-dreieckig, mit etwas verflachter Oberseite, scharfen Kanten und abgeflachter Spitze. Verhältniss der Breite zur Höhe 3·6 : 9. Epidermiszellen klein, plattenförmig, mit stark excentrisch verdickten Membranen. Spaltöffnungen nur auf der Oberseite, die vier mittleren Sechstel derselben mit feinkörnigem Wachsüberzuge. Hypoderm aus einer Schichte von Sklerenchymfasern, die hie und da verstärkt ist durch einzelne Zellen, bestehend, die ganze Blattunterseite und am Rande je ein Sechstel der Oberseite bedeckend. In der Mitte der Oberseite verläuft ein schwaches hypodermales Bündel, aus 3—6 Sklerenchymfasern bestehend. Harzgang unter dem Gefässbündel, relativ enge, an das Hypoderm anstossend, von der Gefässbündelscheide durch 2—3 Mesophyllzellen getrennt. Epithel 9—11 zellig. Bastbeleg am Gefässbündel fehlt. Tracheidensaum aus 2—4 Schichten getüpfelter, mit Wandvorsprüngen versehener Tracheiden bestehend, an beiden Seiten des Gefässbündels. Mesophyll aus radial gestellten, dünnwandigen, chlorophyllreichen Zellen zusammengesetzt, mit kleinen Intercellularräumen in der Nähe des Gefässbündels.

Bei Beschreibung des anatomischen Baues der Blätter von *J. sabinoides* hob ich schon hervor, dass die nadelförmigen Blätter steriler Zweige in anatomischer Beziehung mit den schuppenförmigen vollkommen übereinstimmen. Wenn wir nun die vorstehende Beschreibung mit der früher gegebenen vergleichen, so finden wir ganz wesentliche Unterschiede, woraus sich ergibt, dass die von Csató beschriebene Pflanze unmöglich eine sterile Form von *J. sabinoides* sein kann, wenn sie auch mit einer solchen morphologisch grosse Ähnlichkeit hat, ja geradezu übereinstimmt.

---

[1] Vergl. Simonkai an den S. 3 erwähnten Stellen.

Manche Übereinstimmung im anatomischen Baue, die das Blatt von *J. Kanitzii* mit dem von *J. communis* besitzt, bringt auch mich zur Überzeugung, dass wir hier einen Bastard vor uns haben, dessen Erkennung allerdings nur auf anatomischem Wege möglich ist. Die Unterschiede der *J. Kanitzii* von den beiden Stammarten mag die folgende Übersicht erläutern:

	J. communis L.	*J. Kanitzii* Csató	*J. sabinoides* Griseb.
Form des Querschnittes	dreieckig, mit abgerundeter Spitze und flacher Oberseite.	dreieckig-halbmondförmig mit abgeflachter Spitze und flacher Oberseite.	habmondförmig mit concaver Oberseite.
Hypoderm	die ganze Unterseite und die Hälfte der Oberseite bedeckend, 2 schichtig, Mittelstrang vorhanden.	die ganze Unterseite und ein Drittel der Oberseite bedeckend, 1 schichtig, Mittelstrang sehr schwach.	nur die Unterseite bedeckend, 1 schichtig, Mittelstrang fehlt.
Harzgang	sehr weit, an das Hypoderm anstossend, vom Gefässbündel kaum getrennt, 10—16 Epithelzellen.	ziemlich weit, an das Hypoderm anstossend, von der Gefässbündelscheide durch 2—3 Zellschichten getrennt, 9—11 Epithelzellen.	eng, an das Hypoderm anstossend, von der Gefässbündelscheide durch 3—5 Zellschichten getrennt, 7—9 Epithelzellen.
Gefässbündel	central, mit 6—8 zelligem Sklerenchymbelag.	in der oberen Blatthälfte, ohne Sklerenchymbelag.	an der Oberseite der Epidermis anliegend, ohne Sklerenchymbelag.

Es ist bekannt, dass auch bei anderen *Juniperus*-Arten dimorphe Blätter vorkommen. Auch bei diesen liegt es in solchen Fällen nahe, an eine hybride Bildung zu denken. Wie leicht

jedoch bei Berücksichtigung der Anatomie eine Aufklärung möglich ist, soll das folgende Beispiel zeigen, das ich zum Schlusse erwähnen möchte. Von Herrn L. Adamovič in Ragusa erhielt ich vor kurzer Zeit einen vermuthlichen Bastard zwischen *J. Oxycedrus* und *J. phoenicea.* Die Pflanze hatte bei flüchtiger Betrachtung auch viel Ähnlichkeit mit einem solchen. An zahlreichen Stellen der mit normal ausgebildeten, *phoenicea*-ähnlichen Blättern besetzten Zweige kamen Sprosse zur Entwicklung, die nadelförmige, steif abstehende, zu dreien vereinigte Blätter trugen.[1] War es nun ganz unmöglich, durch Vergleich der morphologischen Verhältnisse die Natur der Pflanze zu erkennen, so erleichterte dies sogleich die anatomische Methode. Zwischen den nadelförmigen und schuppenförmigen Blättern zeigte sich absolut kein wesentlicher Unterschied, nur der Umriss des Querschnittes war ein anderer, was mit der Lage und Stellung der Blätter zusammenhing. Die Bastardnatur hätte unbedingt eine bedeutende Veränderung herbeiführen müssen, da die Blätter von *J. Oxycedrus* von jenen der *J. phoenicea* anatomisch wesentlich verschieden sind.

[1] Willkomm in Forstl. Flora ed. 2. S. 253. gibt an, dass nur im ersten Jahre bei *J. phoenicea* nadelförmige Blätter zur Ausbildung gelangen; an dem vorliegenden Exemplare fanden sich solche noch viel später neu gebildet. Übrigens befindet sich im Wiener botanischen Garten ein mindestens 20 Jahre altes Exemplar, das nur nadelförmige Blätter trägt.

1

o. u.

3

o. u.

2

o. u.

4

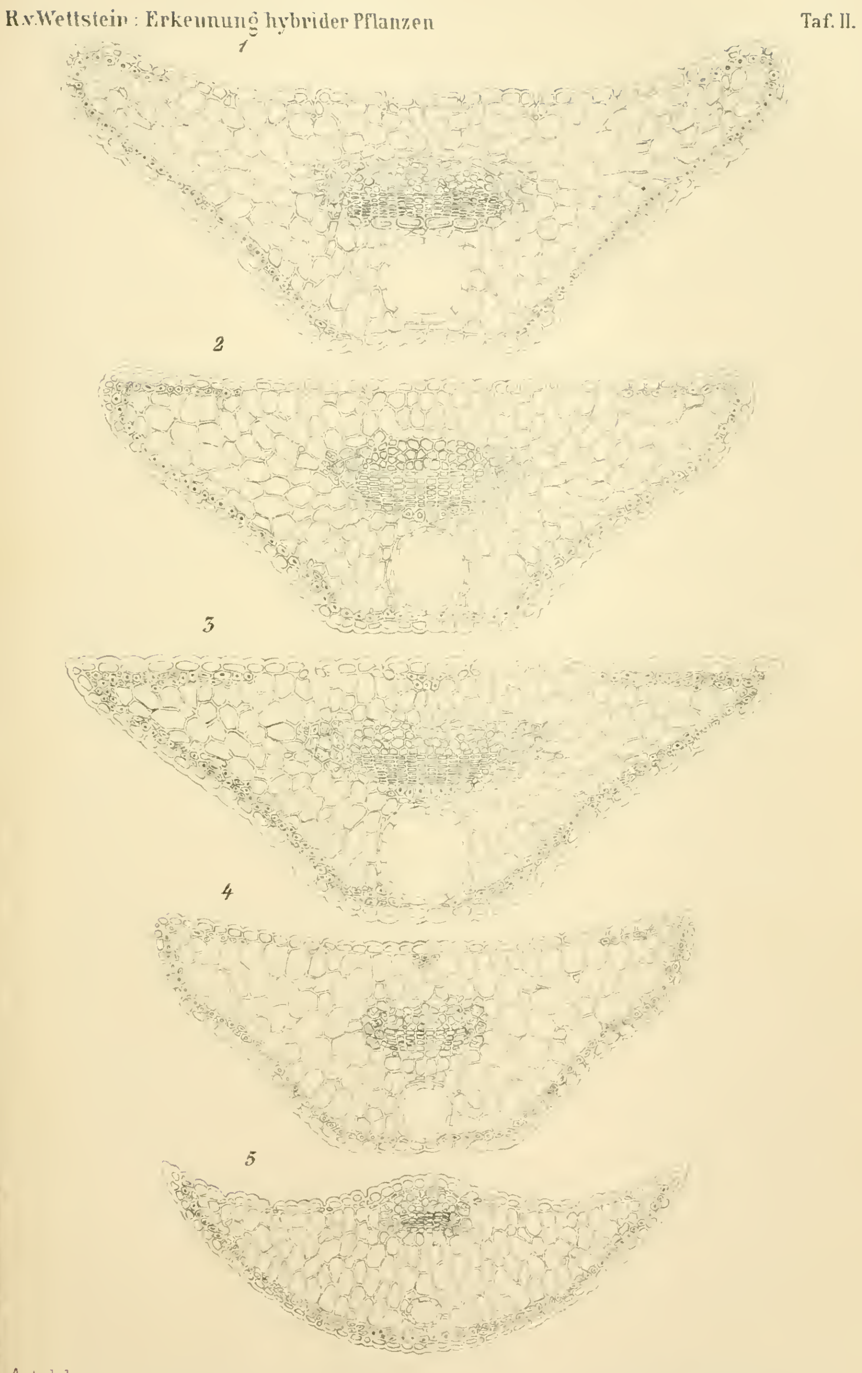
o. u.

5

o u.

Aut. del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.





Aut.del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt durch das Blatt von *Pinus montana* Dur.
„ 2. „ „ „ „ „ „ *silvestris* L.
„ 3. „ „ „ „ „ „ *Rhaetica* Brügg.
„ 4. „ „ „ „ „ „ *nigricans* Host.
„ 5. „ „ „ „ „ „ *Neilreichiana* Rcht.

Tafel II.

Fig. 1. Querschnitt durch das Blatt von *Juniperus nana* Willd.
„ 2. „ „ „ „ „ „ *intermedia* Schur.
„ 3. „ „ „ „ „ „ *communis* L.
„ 4. „ „ „ „ „ „ *Kanitzii* Csat.
„ 5. „ „ „ „ „ „ *sabinoides* Griseb.

Anmerkung. Alle Figuren sind halbschematisch, bei circa 180facher Vergrösserung dargestellt und zeigen den Querschnitt unterhalb der Mitte des Blattes.